20a-F8-6

# 電界制御型分岐比可変多モード干渉カプラーのテーパー構造を用いた縮小化

Length Reduction of Electro-optic Tunable 1×2 Multimode Interference Splitter Using Tapered Structure

横国大工 〇金子 慎,川崎直道,盧柱亨,荒川 太郎

Yokohama National University <sup>°</sup>Makoto Kaneko, Naomichi Kawasaki, Joo-Hyong Noh, and Taro Arakawa E-mail: {kaneko-makoto-nr, arakawa}@ynu.ac.jp

## 【はじめに】

マッハツェンダー型光変調器の両アームのバランス調整のため、これまで我々は多重量子井戸を用いた電界制御型分岐比可変 多モード干渉(MMI)カプラーを提案・実証してきた[1,2].本デバ イスはMMIカプラーの特定の領域に電界を印加し、量子井戸の 量子閉じ込めシュタルク効果(QCSE)を利用して導波路の屈折 率を変化させることで、その分岐比を動的に調整するものである。 今回、MMIにテーパー構造を用いて中央幅を小さくすることで 素子長の短縮する手法[3]を適用し、本素子の小型化を図る設計 を行ったので報告する.

## 【理論検討・シミュレーション結果】

Fig.1に本デバイスの分岐比可変1×2 MMIカプラーの構造図 を示す. Fig.1中の灰色部分がMMIにおける結像のある部分に相 当し,その周囲を位相変調部としてそれぞれ領域名をL1,L2, R1, R2とした. また, 各領域の周囲に深さ0.9 µm, 幅1.0 µmの 電気分離溝を設けている.これにより電界の広がりを防ぎ,所 望の領域にのみ電界を印加することができ、制御性を高めるこ とができる. 導波路のコア層にはInGaAs/InAlAs五層非対称結合 量子井戸(FACQW)[4]を用いており、量子閉じ込めシュタル ク効果(QCSE)により印加電圧1.5 Vで約0.003の電界誘起屈折 率変化(実験値)を起こすことが可能である.本デバイスでは, L1とR2またはR1とL2に同時に電界印加し、FACQWコア層の屈 折率を増加させることで50:50からおよそ60:40まで分岐比の調 整が可能である.また,MMI側面にテーパー構造を用いて中央 部の幅W<sub>1</sub>を縮小することによって中央付近の結像距離が短く なり、デバイス長を短縮できる[3]. 我々が提案していた前回提 案したMMIカプラー[1]のデバイス長は192 μmであったが,二次 曲線を用いたテーパー構造により95.8 µmに短縮化できる.

Fig.2にビーム伝搬法(BPM法)によって計算した規格化出力 強度の変化を示す. グラフの右側は領域 $L_1$ ,  $R_2$ に電界を印加し た場合, 左側は領域 $L_2$ ,  $R_1$ に電界を印加した場合である. 電 界印加により位相変調部の屈折率を0.003変化させることによ って分岐比を0.58:0.37に変化可能であることが分かる.

Table1にMMI側面の形状と挿入損失が最小となるようにした MMI長,挿入損失の関係を示す. MMI両端の幅は6 µm,中央の 幅は3.6 µmで解析を行った. MMI長と挿入損失のバランスから, 曲げ構造の形状として二次曲線形状を選択した.

Fig.3にMMI中央幅とMMI長,挿入損失の関係を示す. MMI 両端の幅 $W_0$ は6  $\mu$ mに固定した.中央幅が小さくなるとMMI長 と挿入損失はトレードオフの関係にあることがわかる.

### 謝辞

本研究の一部は科研費・基盤研究(B)(24360025)の援助を受けて 行われた.

#### 参考文献

- [1] S. Kashima et al., Jpn. J. Appl. Phys., 52, 04CG02 (2013).
- [2] 川﨑他, 秋季第74回応用物理学会学術講演会, 19p-A8-21 (2013).
- [3] D.S.Levy et al, Photon. Technol Lett. 10, 830 (1998).
- [4] T. Arakawa et al, Jpn. J. Appl. Phys. 50, 032204 (2011).



Fig. 1 Schematic top view of designed MMI splitter.



Fig.2 Calculated normalized light powers at output ports as functions of change in refractive index of core layers.

Table1 Relationship between MMI shape and MMI langth/insertion loss

Shape	MMI Length (µm)	Insertion Loss (dB)
Parabolic	95.8	0.1610
Exponential	83.3	0.7263
Linear	114.3	0.1918

